



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 37 25 445 C 2**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 01 D 63/08

⑳ Aktenzeichen: P 37 25 445.6-41
㉔ Anmeldetag: 31. 7. 87
㉕ Offenlegungstag: 3. 12. 87
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 10. 95

DE 37 25 445 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Kyburz & Nicolaisen, Aarau, CH

⑦④ Vertreter:
Leinweber & Zimmermann, 80331 München

⑦② Erfinder:
Schock, Günter, Dr., Birmenstorf, CH

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	35 19 060 A1
DE	34 39 482 A1
DE	33 38 618 A1
DE	27 17 047 A1
DE	85 15 608 U1
DE	76 11 207 U1
DE	72 25 662 U1
GB	15 83 023

⑤④ Testzelle für Membranverfahren

DE 37 25 445 C 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

Verfahren zur Stofftrennung in Gasen, Lösungen, Suspensionen etc. durch Ultrafiltration, Umkehrosmose, Gaspermeation und ähnliche Prozesse unter Verwendung einer Membran.

Die Erfindung bezieht sich auf Versuchsanordnungen im Bereich der Stofftrennung unter Verwendung von Membranen.

Insbesondere betrifft sie eine Testzelle für Membranverfahren bestehend aus einem flachen Druckgehäuse mit einer von einer Filterunterstützung abgestützten dazwischen angeordneten Membran.

Stand der Technik

Bei der Berechnung und Konstruktion von Anlagen zur Durchführung von Membrantrennverfahren ist es in der Regel aufwendig, Vorversuche durchzuführen. Solche Versuche sollten wenn möglich mit beschränkten Mitteln, aber dennoch genügend repräsentativ für größere, industrielle Anlagen durchgeführt werden können, so daß geeignete Testzellen benötigt werden. Testzellen wurden unter anderem von der Fa. Dr. Kohlheb Membrantechnik (vgl. DE-A-35 19 060) und der DDS-RO-Division (vgl. Prospekt "Mini-Lab 10, Ultrafiltration/Microfiltration", DDS-RO-System, Nakskov, Denmark) angeboten.

Die bekannten Zellen, welche sich an kommerzielle Konstruktionen anlehnen, weisen eine Reihe von Unzulänglichkeiten auf. Die Strömung ist nicht eindeutig definiert. Dies rührt von der veränderlichen Kanalbreite, der tangentialen Strömungseinleitung und den gekrümmten Strömungsbahnen her. Da die Hydrodynamik einen großen Einfluß auf die Trennleistung der Membrananlagen hat, wird damit eine unmittelbare Übertragung von Versuchsergebnissen auf industrielle Anlagen im technischen Maßstab problematisch. Außerdem ist bei den bekannten Konstruktionen kein oder nur ein beschränkter Einsatz von Turbulenzerzeugern (Abstandshalter etc.) möglich.

Es besteht daher ein Bedürfnis nach einer Weiterentwicklung und Verbesserung von Testzellen für die Membrantrennverfahren. Die vorliegende Erfindung soll den bestehenden Unzulänglichkeiten Abhilfe schaffen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Testzelle für Membranverfahren (Ultrafiltration, Umkehrosmose) anzugeben, welche die im technischen Maßstab zu verwirklichenden Verhältnisse bezüglich Hydrodynamik, Strömungsparameter etc. möglichst getreu wiedergibt und eine unmittelbare Schlußfolgerung auf industrielle Baugrößen zuläßt. Der Membranaufwand soll klein gehalten werden. Die Testzelle soll im Aufbau und in der Bedienung einfach und kostengünstig sein.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die eingangs erwähnte Testzelle als ebener, rechteckförmiger Flachkanal mit geradliniger Strömung ausgebildet ist, daß das Druckgehäuse aus einem rechteckigen Kanalunterteil und einem ebensolchen Kanaloberteil mit senkrecht zu seiner Hauptebene angeordneten, abgesetzten kreisförmigen Zulauf- und Ablaufbohrungen besteht, daß ein

zwischen dem Kanalunterteil und dem Kanaloberteil angeordnetes, rechteckförmiges Distanzelement mit an die Zulauf- und Ablaufbohrungen anschließenden und auf diesen senkrecht stehenden kreisförmigen Zu- und Abläufen und an diese radial anschließenden, schräg verlaufenden Schlitten und einem rechteckigen Strömungskanal und einem rechteckigen porösen Membranträger als Filterunterstützung und einer zwischen Membranträger und Strömungskanal liegenden Membran vorgesehen ist, und daß das Kanaloberteil mit abgesetzten kreisförmigen, auf seiner Hauptebene senkrecht stehenden Anschlüssen für Druckmessenden und das Distanzelement mit entsprechenden, dazu fluchten abgesetzten Druckmeßbohrungen und das Kanalunterteil mit einer zentralen, kreisförmigen, auf seiner Hauptebene senkrecht stehenden Permeatablaufbohrung versehen ist, und daß schließlich sowohl im Kanalunterteil wie im Distanzelement je eine rechteckförmige umlaufende Nut in der jeweiligen ebenen Berührungsfläche zur Aufnahme eines O-Ringes als Dichtung zwischen Kanalunterteil, Membran und Distanzelement eingebracht ist.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Die Erfindung wird anhand des nachfolgenden, durch Figuren näher erläuterten Ausführungsbeispiels beschrieben.

Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt (Zusammenstellung, Aufriß) durch eine Testzelle,

Fig. 2 einen Grundriß und einen Querschnitt (Seitenriß) des Kanalunterteils einer Testzelle,

Fig. 3 einen Grundriß und einen Querschnitt (Seitenriß) des Kanaloberteils einer Testzelle,

Fig. 4 einen Grundriß und einen Querschnitt (Seitenriß) des Distanzelements einer Testzelle.

In Fig. 1 ist die Zusammenstellung in Form eines Längsschnittes (Aufriß) durch eine Testzelle dargestellt. 1 ist ein rechteckförmiges Kanalunterteil, welches eine ebenfalls rechteckförmige flache Vertiefung zur Aufnahme eines flachen porösen Membranträgers 4 besitzt. Um diese Vertiefung herum läuft eine Nut 11 mit rechteckförmigem Grundriß und rechteckförmigem Querschnitt zur Aufnahme einer Dichtung in Form eines O-Rings. Das Kanalunterteil 1 ist mit einer senkrecht zu seiner Hauptebene zentral angeordneten Permeatablaufbohrung 7 mit Rohrstutzen versehen. Auf dem Kanalunterteil 1 sitzt bündig ein ebenfalls rechteckförmiges Kanaloberteil 2 ähnlich wie ein Schachteldeckel auf einer Grundplatte auf. Das Kanaloberteil 2 besitzt senkrecht zu seiner Hauptebene angeordnete, abgesetzte kreisförmige Zulauf- und Ablaufbohrungen 5. Letztere sind gegen die Enden hin, in der Nähe der Schmalseiten des Kanaloberteils 2 angebracht. Die Bohrungen 5 fluchten mit entsprechenden Bohrungen im rechteckförmigen Distanzelement 3, wo sie in senkrecht zu ihnen stehende kreisförmige Zu- und Abläufe 9 übergehen. An letztere schließen die schräg verlaufenden, radial auf ihnen stehenden schmalen Schlitten 13 im Distanzelement 3 an. Zwischen der auf dem Membranträger 4 aufliegenden Membran 10 und der Unterseite des Distanzelements 3 wird der Strömungskanal 12 gebildet. Auf der Unterseite des Distanzelements 3 verläuft eine Nut 11 mit rechteckförmigem Grundriß und rechteckförmigem Querschnitt zur Aufnahme eines O-Rings als Dichtung. Diese Nut 11 ist gegenüber derjenigen im Kanalunterteil 1 in der Hauptebene (horizontal) ver-

setzt angeordnet. Im Kanaloberteil 2 befinden sich auf seiner Hauptebene senkrecht stehende, abgesetzte kreisförmige Anschlüsse 6 für Druckmess-Sonden, welche mit entsprechenden coaxialen abgesetzten Druckmeßbohrungen 8 im Distanzelement 3 fluchten. Das Distanzelement 3 und das Kanaloberteil 2 werden mittels einer zentralen Schraube zusammengehalten. Das Kanaloberteil 2 und das Kanalunterteil 1 werden unter Zwischenschaltung der Membran 10 und der in Nuten 11 untergebrachten O-Ringe durch (nicht gezeichnete) Klammern oder Schrauben an deren Umfang zusammengepreßt.

Fig. 2 stellt einen Grundriß (linke Seite der Figur) und einen Querschnitt/Seitenriß (rechte Seite der Figur) des Kanalunterteils dar. 1 ist das rechteckförmige Kanalunterteil mit der rechteckförmigen Vertiefung zur Aufnahme des porösen Membranträgers 4. Um diese Vertiefung herum läuft die rechteckförmige Nut 11 zur Aufnahme des O-Rings als Dichtung. In der Mitte ist noch die Permeatablaufbohrung 7 angedeutet.

Fig. 3 zeigt einen Grundriß (linke Seite der Figur) und einen Querschnitt/Seitenriß (rechte Seite der Figur) des Kanaloberteils. 2 ist das rechteckförmige Kanaloberteil, dessen Schachteldeckelform aus dem Querschnitt erhellt. 5 sind die in der Nähe der Schmalseiten angebrachten, auf der Hauptebene des Kanaloberteils 2 senkrecht stehenden abgesetzten, kreisförmigen Zulauf- und Ablaufbohrungen für die zu behandelnden Medien. 6 stellen die abgesetzten kreisförmigen Anschlüsse für Druckmess-Sonden dar, deren Achsen ebenfalls senkrecht auf der Hauptebene stehen.

In Fig. 4 ist ein Grundriß (linke Seite der Figur) und ein Querschnitt/Seitenriß (rechte Seite der Figur) des Distanzelements dargestellt. 3 ist das rechteckförmige Distanzelement, welches in die gleichgroße entsprechende Vertiefung des Kanaloberteils 2 hineinpaßt. In der Nähe der Schmalseiten sind die parallel zu diesen verlaufenden kreisförmigen Zulaufe und Abläufe 9 für die zu behandelnden Medien angeordnet, welche ihrerseits in die radial zu ihnen stehenden schmalen Schlitz 13 übergehen (gestrichelt angedeutet). 11 ist die den O-Ring als Dichtung aufnehmende rechteckig verlaufende Nut. 8 sind die Druckmeßbohrungen.

Ausführungsbeispiel

Siehe Fig. 1 bis 4!

Eine rechteckförmige Testzelle von 360 mm Länge, 220 mm Breite und 76 mm Höhe wurde gemäß Fig. 1 gefertigt. Die einzelnen Teile 1, 2 und 3 wurden durch je eine seitliche Klammer auf jeder Schmalseite und je zwei Klammern auf der Längsseite (nicht gezeichnet!) zusammengehalten. Die Klammern waren mit Schraubenbolzen versehen und konnten individuell angezogen werden. Das Kanalunterteil 1 bestand aus korrosionsbeständigem Stahl und wies eine 3,5 mm tiefe rechteckige Vertiefung von 160 mm Breite und 250 mm Länge zur Aufnahme des porösen Membranträgers 4 mit gleichen Abmessungen auf. Letzterer bestand aus einer Sinterplatte aus korrosionsbeständigem Stahl. Das Kanaloberteil 2 und das Distanzelement 3 bestanden aus korrosionsbeständigem Stahl. Die semipermeable Membran 10 wurde durch einen Kunststoffpolymer gebildet.

Für nicht allzuhohe Drücke (bis ca. 10 bar) und Raumtemperatur können die Teile 1, 2, 3 auch aus Plexiglas, Polyvinylchlorid oder einem anderen geeigneten Kunststoff genügend hoher Festigkeit gefertigt sein.

Der Flachkanal zeichnet sich gegenüber anderen Testzellen durch folgende Vorzüge aus:

- definierter Strömungsquerschnitt, konstante Kanalbreite und Kanalhöhe, keine gekrümmten Strombahnen;
- Druckmessung innerhalb des Strömungskanals über der Membran möglich;
- veränderbare Strömungskanalhöhe durch Auswechseln von Distanzelementen.

Durch die variable Kanalhöhe können unterschiedliche Strömungskanalgeometrien untersucht werden. Darüberhinaus ist der Einsatz von unterschiedlich dicken Turbulenzerzeugern (Abstandhalter) im Strömungskanal möglich.

Die beschriebene Testzelle (Flachkanal) kann u. a. dazu verwendet werden, das Strömungs- und Trennverhalten von Ultrafiltrations- und Umkehrosmose-Wickelmodulen zu simulieren. Dazu wird die Höhe des Strömungskanals 12 durch Wahl eines entsprechenden Distanzelementes auf die Höhe des zu untersuchenden Wickelmodul-Abstandhalters eingestellt, und der zu verwendende Werkstoff wird in den Strömungskanal 12 eingelegt. Die am derart modifizierten Flachkanal ermittelten Druckverluste lassen sich direkt auf Wickelmodule übertragen. Wie Vergleichsmessungen gezeigt haben, liegt in beiden Systemen die gleiche Hydrodynamik vor. Damit ist ein Flachkanal dazu geeignet, das Membran-Fouling sowie Reinigungs- und Spülmöglichkeiten von Wickelmodulen mit erheblich weniger Aufwand zu ermitteln.

Patentanspruch

Testzelle für Membranverfahren bestehend aus einem flachen Druckgehäuse mit einer von einer Filterunterstützung abgestützten dazwischen angeordneten Membran, dadurch gekennzeichnet, daß die Testzelle als ebener, rechteckförmiger Flachkanal mit geradliniger Strömung ausgebildet ist, daß das Druckgehäuse aus einem rechteckigen Kanalunterteil (1) und einem ebensolchen Kanaloberteil (2) mit senkrecht zu seiner Hauptebene angeordneten, abgesetzten kreisförmigen Zulauf- und Ablaufbohrungen (5) besteht, daß ein zwischen dem Kanalunterteil (1) und dem Kanaloberteil (2) angeordnetes, rechteckförmiges Distanzelement (3) mit an die Zulauf- und Ablaufbohrungen (5) anschließenden und auf diesen senkrecht stehenden kreisförmigen Zu- und Abläufen (9) und an diese radial anschließenden, schräg verlaufenden Schlitz (13) und einem rechteckigen Strömungskanal (12) und einem rechteckigen porösen Membranträger (4) als Filterunterstützung und einer zwischen Membranträger (4) und Strömungskanal (12) liegenden Membran (10) vorgesehen ist, und daß das Kanaloberteil (2) mit abgesetzten kreisförmigen, auf seiner Hauptebene senkrecht stehenden Anschlüssen (6) für Druckmesssonden und das Distanzelement (3) mit entsprechenden, dazu fluchtenden abgesetzten Druckmeßbohrungen (8) und das Kanalunterteil (1) mit einer zentralen, kreisförmigen, auf seiner Hauptebene senkrecht stehenden Permeatablaufbohrung (7) versehen ist, und daß schließlich sowohl im Kanalunterteil (1) wie im Distanzelement (3) je eine rechteckförmige umlaufende Nut (11) in der jeweiligen ebenen Berührungsfläche zur Auf-

nahme eines O-Rings als Dichtung zwischen Kanal-
unterteil (1), Membran (10) und Distanzelement (3)
eingekerbt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

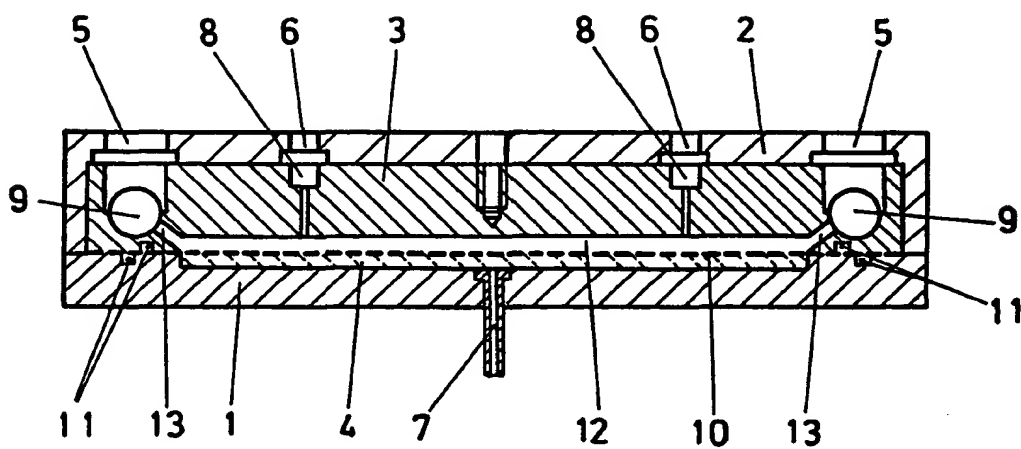


FIG.2

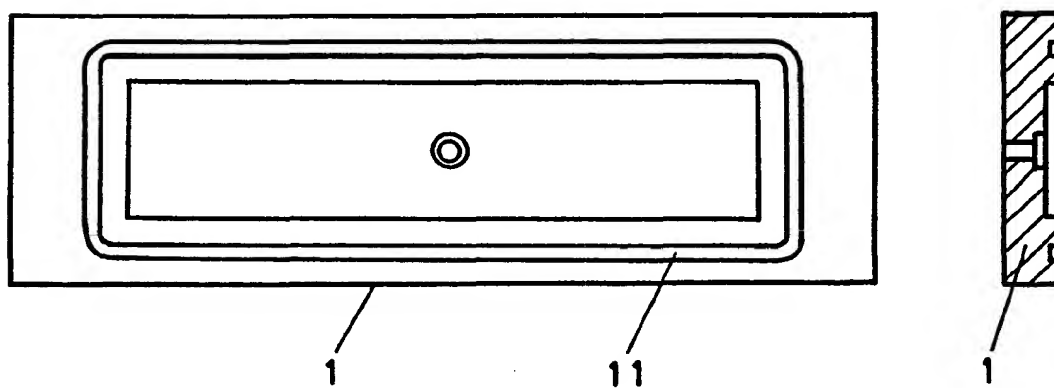


FIG.3

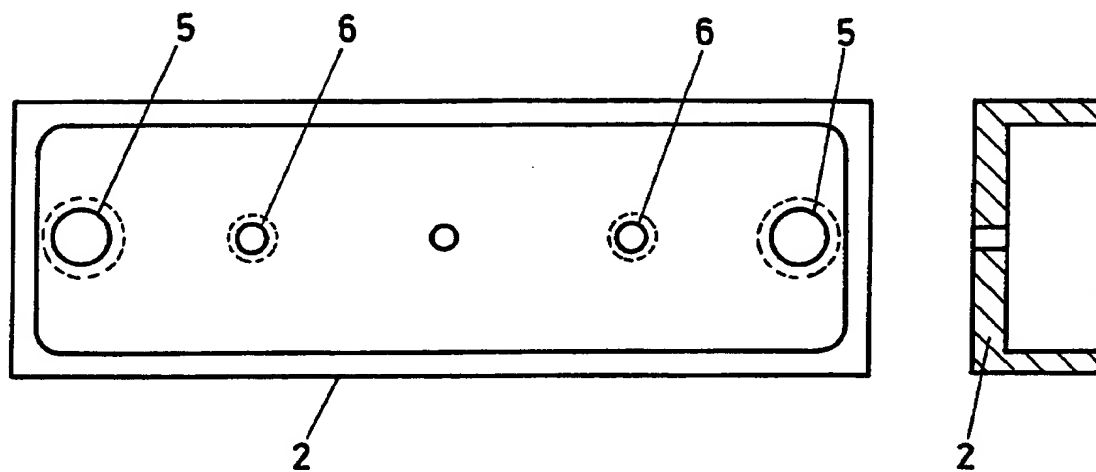


FIG.4

